

عنوان و نام پدیدآور: هندبوک فرمول‌نامه فیزیک (فرمول‌ها)  
تعاریف: تصاویر، حسن محمدی / شناسه افزوده: لاله بهادری /  
مشخصات نشر: تهران، مهر و ماه نو / شابک: ۴-۴۳۴-۳۱۷-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰  
فهرست‌نویسی: فیپای مختصر / شماره کتابشناسی ملی: ۵۱۰۹۸۲۳

HANDBOOK

# فرمول‌نامه فیزیک

ناشر: مهرماه نو

مؤلفان: حسن محمدی، لاله بهادری

مدیر شورای تألیف: محمد حسین انوشه

مدیر گروه فیزیک: نصراله افاضل

مسئول ویراستاری: مهدیه اسکندری

ویراستاران علمی: منا طرفی خردانی، پوریا کلاتتری، محمدمهدی واحدی

نوبت چاپ: دوم، ۱۳۹۸

تیراژ: ۵۰۰۰ نسخه

شابک: ۴-۴۳۴-۳۱۷-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰

قیمت: ۱۸۰۰۰ تومان

مدیر تولید: سمیرا سیاوشی

مدیر هنری: محسن فرهادی

طراح گرافیک: تایماز کاویانی

مدیر فنی: میلاد صفایی

صفحه‌آرا: مژگان ملاداودی، پریسا حسینی

رسم تصاویر: مریم صابری برون، عطا عطری

حروفچین: مهناز ستاری



مهرماه

کلیه حقوق مادی و معنوی این  
کتاب متعلق به انتشارات مهرماه نو  
است. هرگونه برداشت از مطالب  
این کتاب بدون مجوز کتبی از ناشر  
ممنوع بوده و بیکرد قانونی دارد.

تهران، میدان انقلاب، خیابان

۱۲ فروردین، کوچه مینا، پلاک ۳۷

دفتر مرکزی: ۶۶۴۰۸۴۰۰

واحد فروش: ۶۶۴۰۸۴۰۳

روابط عمومی: ۶۶۹۶۸۵۸۹

فروش اینترنتی و تلفنی: ۶۶۴۷۹۳۱۱

پیامک: ۳۰۰۰۷۲۱۲۰

mehromah.ir



# فهرست

دهم

- فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری  
فصل ۲: کار، انرژی و توان  
فصل ۳: ویژگی‌های فیزیکی مواد  
فصل ۴: دما و گرما  
فصل ۵: ترمودینامیک

یازدهم

- فصل ۱: الکتروسیسته ساکن  
فصل ۲: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم  
فصل ۳: مغناطیس  
فصل ۴: القای الکترو مغناطیسی و جریان متناوب

دوازدهم

- فصل ۱: حرکت بر خط راست  
فصل ۲: دینامیک و حرکت دایره‌ای  
فصل ۳: نوسان و موج  
فصل ۴: برهم کنش‌های موج  
فصل ۵: آشنایی با فیزیک اتمی  
فصل ۶: آشنایی با فیزیک هسته‌ای

۱۰۴

یادآوری ریاضی

تصاویر

تعاریف

فرمول‌ها

۱۷۰	۱۰۸	۶
۱۷۳	۱۱۰	۹
۱۷۷	۱۱۲	۱۴
۱۹۴	۱۱۶	۱۸
۲۱۵	۱۲۲	۲۹

۲۲۷	۱۲۸	۳۸
۲۳۹	۱۳۰	۴۶

۲۵۰	۱۳۲	۵۲
۲۶۴	۱۳۶	۵۵

۲۷۵	۱۴۰	۶۴
۲۸۰	۱۴۳	۶۹
۲۸۹	۱۴۷	۷۵
۳۰۲	۱۵۴	۸۶
۳۱۹	۱۶۰	۹۰
۳۲۸	۱۶۵	۹۶

## ۲۹ آهنگ شارش شماره در یک لوله

$$\text{آهنگ شارش شماره} = \frac{\text{حجم شماره}}{\text{زمان}} = \frac{AL}{t} = Av$$

$v$ : تندی شماره (m/s)

$t$ : مدت زمان شارش شماره (s)

$A$ : مساحت سطح مقطع لوله ( $m^2$ )

$L$ : طول قسمتی از شماره (m)

## ۳۰ معادله پیوستگی در شماره تراکم‌ناپذیر

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$A_1$  و  $A_2$ : مساحت سطح مقطع ۱ و ۲ ( $m^2$ )

$v_1$  و  $v_2$ : تندی در وضعیت ۱ و ۲ (m/s)

۱۳

**کاربرد:** مقدار شماره‌ای که در زمان  $t$  از سطح مقطع  $A_1$  می‌گذرد، برابر مقدار شماره‌ای است که در همین مدت از سطح مقطع  $A_2$  می‌گذرد.

## فصل چهارم دهم دما و گرما

### ۳۱ رابطه بین مقیاس‌های سلسیوس و کلونین

$$T = \theta + 273/15$$

$T$ : دما برحسب کلونین (K)

$\theta$ : دما برحسب درجه سانتی‌گراد ( $^{\circ}C$ )

**تذکر:**  $\Delta T = \Delta \theta$  (یعنی هر جا  $\Delta \theta$  داشتیم می‌تونیم به جاش  $\Delta T$  بذاریم و برعکس)

### ۳۲ رابطه بین مقیاس‌های سلسیوس و فارنهایت

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

F: دما برحسب فارنهایت (F)

**نکته:** در بعضی از مسائل برای سادگی محاسبات به جای  $\frac{9}{5}$  از  $\frac{1}{8}$  استفاده می‌کنیم.

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta \theta$$

**تذکر:**

### ۳۳ رابطه تبدیل مقیاس دمایی نامعلوم

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

x: دما در مقیاس x

$x_1$  و  $x_2$ : دمای نقطه ۱ و ۲ در مقیاس x

$y_1$  و  $y_2$ : دمای نقطه ۱ و ۲ در مقیاس y

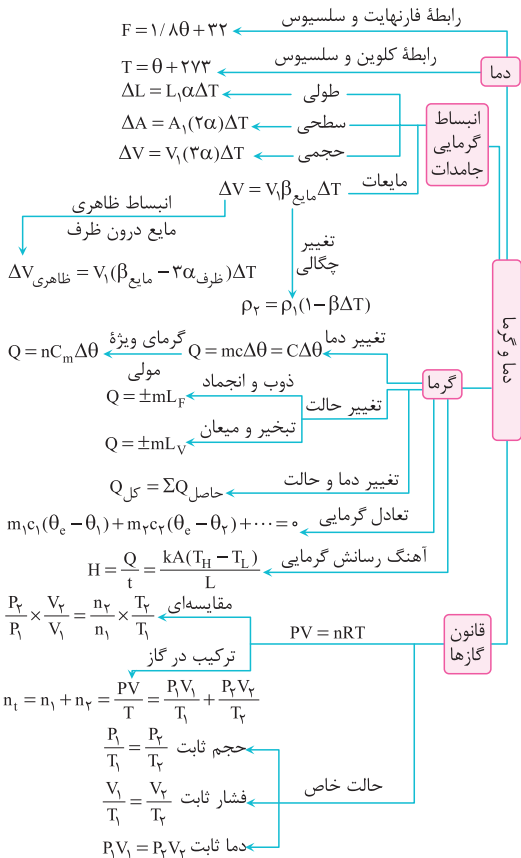
y: دما در مقیاس y

### ۳۴ انبساط طولی در یک میله فلزی

$$\Delta L = L_2 - L_1 = L_1 \alpha \Delta T$$

$$L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta T)$$

## هندبوک فرمول‌نامه فیزیک



## ۷۰. نسبت دو نیروی الکتریکی با کاستن بار از یکی و افزودن

به دیگری

$$\frac{F'}{F} = \left| \frac{(q_1 - x)(q_2 + x)}{q_1 q_2} \right| \times \left( \frac{r}{r'} \right)^2$$

**نکته:** اگر دو بار در فاصله  $r$  از هم داشته باشیم و مقدار  $(x)$  را از یکی کاسته و به دیگری اضافه می‌کنیم، نسبت نیروها در دو حالت از این رابطه به دست می‌آید.

۲۹

## ۷۱. میدان الکتریکی برداری

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = k \frac{|q|}{r^2}$$

$r$ : فاصله تا بار  $q$  (m)

$q, q_0$ : اندازه بار آزمون و بار مولد میدان (C)

$F$ : نیروی وارد بر بار آزمون (N)

۲۸

$E$ : میدان الکتریکی ناشی از جسم باردار (N / C)

**نکته:** اندازه میدان با مقدر بار  $(q)$  رابطه مستقیم و با مربع

فاصله تا بار  $(r)$  رابطه معکوس دارد.  $(E \propto \frac{q}{r^2})$

◀ مقدار میدان به بودن یا نبودن  $q_0$  در نقطه مورد نظر بستگی ندارد.

## ۷۲. نیروی وارد بر بار الکتریکی در میدان الکتریکی

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

حالت برداری

ویژه ریاضی

## ۹۱ رابطه مقاومت و مقاومت ویژه با دما

$$R = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$

$\alpha$ : ضریب دمایی (  $1/K$  یا  $1/C^\circ$  )

$T$  و  $T_0$ : دمای اولیه و نهایی (K)

$\rho_0$ : مقاومت ویژه در دمای  $T_0$  و  $(\Omega \cdot m)$

**نکته:** رساناهای الکتریکی خوب، مقاومت ویژه بسیار کم و عایق‌های خوب مقاومت ویژه بسیار زیادی دارند.

مقاومت ویژه برای فلزات و مواد رسانا مثبت و برای نیمه‌رساناها منفی است.

درصد تغییرات مقاومت رسانا

$$\frac{\Delta R}{R_0} \times 100 = \alpha \Delta T \times 100$$

## ۹۲ رابطه مقایسه‌ای مقاومت رسانا

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

$D_1$  و  $D_2$ : قطر رسانای اول و دوم (m)

**نکته:** اگر ابعاد بدون تغییر جرم تغییر کنند:

$$\Rightarrow \frac{R'}{R} = \left(\frac{L'}{L}\right)^2 \quad \text{تغییر طول}$$

$$\Rightarrow \frac{R'}{R} = \left(\frac{A}{A'}\right)^2 \quad \text{تغییر سطح}$$

$$\Rightarrow \frac{R'}{R} = \left(\frac{D}{D'}\right)^4 \quad \text{تغییر قطر}$$

۴۲

B: میدان مغناطیسی یکنواخت (T)

**کاربرد:** نیرویی که بر  $\ell$  متر از سیم رسانای حامل جریان I در میدان مغناطیسی یکنواخت B وارد می شود.

**نکته:** در صورت موازی بودن راستای سیم و میدان، نیرویی بر سیم وارد نمی شود.

◀ اگر سیم عمود بر خطوط میدان باشد:

$$F_{\max} = BI\ell$$

۱۰۳ **میدان مغناطیسی در مرکز پیچه مسطح** برداری ویژه ریاضی

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$$

N: تعداد حلقه های پیچه که نزدیک به هم هستند.

I: جریان عبوری از پیچه (A)

R: شعاع پیچه (m)

**کاربرد:** در مسائلی که اندازه میدان مغناطیسی در مرکز پیچه مسطح N دوری به شعاع R که حلقه های آن به هم نزدیک اند خواسته شده، استفاده می شود.

◀ اگر به جای سیم پیچ حلقه داشته باشیم،  $N = 1$  می شود.

**نکته:** محاسبه تعداد دور وقتی زاویه مطرح است:

$$N = \frac{\alpha}{360}$$

◀ محاسبه تعداد دور وقتی طول سیم مطرح است:

$$N = \frac{\ell}{\text{محیط حلقه}}$$



### ۱۳۳ معادله سرعت - جابه‌جایی (مستقل از زمان) در حرکت

#### با شتاب ثابت

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

**کاربرد:** هر وقت که زمان را نداشتیم از رابطه فوق استفاده می‌کنیم.

### ۱۳۴ معادله مستقل از شتاب

$$\Delta x = \left( \frac{v + v_0}{2} \right) t$$

**کاربرد:** هرگاه مقدار شتاب در دسترس نبود از رابطه فوق استفاده می‌کنیم.

### ۱۳۵ مدت زمان ترمز

$$t_s = \frac{-v_0}{a}$$

$v_0$ : سرعت اولیه متحرک (m/s)

$a$ : شتاب متحرک ( $m/s^2$ )

**نکته:** اگر متحرک با شتاب ثابت حرکت کند، در لحظه  $t_s = \frac{-v_0}{a}$  سرعتش صفر شده و تغییر جهت می‌دهد (اگر  $t$  منفی به دست آمد، یعنی متحرک تغییر جهت نداده است).

**تکنیک:** اگر دو متحرک (A, B) از نقطه‌ای شروع به حرکت کنند و بعد از زمان معینی به هم برسند، جابه‌جایی دو جسم با یکدیگر برابر است.  $(\Delta x_A = \Delta x_B)$

**کاربرد:** برای محاسبه نیروی خالص از این رابطه استفاده می‌کنیم.

**نکته:** در حرکت با شتاب ثابت می‌توانیم از  $F\Delta t = m\Delta v$  استفاده کنیم.

**تکنیک:** مساحت محصور بین نمودار نیرو - زمان با محور  $t$  برابر تغییر تکانه جسم است.

### ۱۴۵ تغییر تکانه و انرژی جنبشی

$$K = \frac{p^2}{2m} = \frac{1}{2}pv$$

$p$ : تکانه جسم (kg.m / s)

$m$ : جرم جسم (kg)

$v$ : سرعت جسم (m / s)

۵۹

**کاربرد:** برای ارتباط تکانه جسم با انرژی جنبشی آن از این رابطه استفاده می‌کنیم.

### ۱۴۶ نیروی گرانشی

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$G$ : ثابت جهانی گرانش (N.m / kg<sup>۲</sup>)

$$(G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2)$$

$m_1$  و  $m_2$ : جرم ذرات (kg)       $r$ : فاصله ذرات از یکدیگر (m)

$F$ : بزرگی نیروی گرانش (N)

**نکته:** اندازه نیروی گرانشی میان دو ذره که به فاصله  $r$  از یکدیگر هستند از این رابطه محاسبه می‌شود.

◀ حداکثر اندازه جابه‌جایی در این حرکت  $2A$  است.

🔧 **تکنیک:** اگر نوسانگر در یک لحظه در مکان  $x_1$  باشد، پس از

$$\frac{T}{4}$$

ثانیه از مکان  $x_1$  به مکان  $x_2 = \pm \sqrt{A^2 - x_1^2}$  می‌رود.

### ۱۵۶ بسامد زاویه‌ای ( $\omega$ )

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$\omega$ : بسامد زاویه‌ای (rad/s)

🔗 ۶۳

$f$ : بسامد (Hz)

### ۱۵۷ دوره تناوب سامانه جرم - فنر

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{d}{g}}$$

$m$ : جرم وزنه متصل به فنر (kg)

$k$ : ثابت فنر (N/m)

$d$ : میزان بازشدگی یا جمع‌شدگی فنر (m)

🔗 ۶۷

$g$ : شتاب گرانشی ( $m/s^2$ )

📌 **نکته:** نوسانات آونگ ساده، با کاهش شتاب گرانش (در فواصل دور

از زمین)، افزایش می‌یابد.

### ۱۵۸ بسامد زاویه‌ای سامانه جرم - فنر

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{d}}$$

$d$ : میزان بازشدگی یا جمع‌شدگی فنر (m)

### انرژی پتانسیل

انرژی که به دلیل موقعیت مکانی اجسام نسبت به یکدیگر در آن‌ها ذخیره می‌شود؛ در واقع این انرژی، وضعیت سامانه است.

### انرژی پتانسیل گرانشی

انرژی‌ای که اجسام به دلیل ارتفاع از زمین دارند.

### مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی

به نقطه‌ای که ارتفاع جسم را نسبت به آن می‌سنجیم مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی می‌گوییم.

### انرژی پتانسیل کشسانی فنر

فنر همیشه با تغییر طول مخالفت می‌کند، لذا با کشیدن یا فشرده شدن فنر، انرژی در آن به صورت **انرژی پتانسیل کشسانی** ذخیره می‌شود.

### انرژی پتانسیل الکتریکی

انرژی که در مجموعه‌ای از اجسام دارای بار الکتریکی که روی هم اثر می‌گذارند ذخیره می‌شود.

### انرژی مکانیکی

به مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی یک جسم، **انرژی مکانیکی** جسم می‌گویند.

### انرژی درونی

مجموع انرژی‌های ذره‌های تشکیل دهنده جسم را **انرژی درونی** می‌گوییم.

### قضیه کار و انرژی جنبشی

کار کل انجام شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است (این قضیه برای هر مسیری صادق است).

## علوم نانو

شاخه‌ای از علوم است که تغییر در ویژگی‌های فیزیکی مواد را در مقیاس نانو بررسی می‌کند.

## نانولایه

یک نانو ذره، در هر سه بُعد کوچک است، اما اگر صرفاً یک بُعد ماده‌ای را در مقیاس نانو محدود کنیم، در این صورت یک **نانو لایه** داریم که لایه‌ای به ضخامت نانو مقیاس است.

## نیروی هم‌چسبی

نیروهای بین مولکول‌های هم‌سان مانند نیروهای بین مولکول‌های آب را **نیروی هم‌چسبی** می‌نامیم.

## کشش سطحی

پدیده‌ای ناشی از نیروی هم‌چسبی مولکول‌های سطح مایع است که در نتیجهٔ آن، به دلیل نیروهای ربایشی که مولکول‌های سطح مایع به یکدیگر وارد می‌کنند، سطح مایع شبیه یک پوستهٔ تحت کشش رفتار می‌کند و **کشش سطحی** روی می‌دهد.

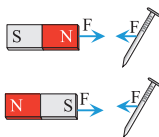
## نیروی دگر چسبی

وقتی دو مادهٔ مختلف در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، بین مولکول‌های سطح آن‌ها نیروی جاذبه‌ای ایجاد می‌شود که به این نیروی جاذبه بین مولکول‌های ناهم‌سان، **دگر چسبی** می‌گویند.

## ترشوندگی

پدیده‌ای است که در نتیجهٔ غلبه یا عدم غلبهٔ نیروی دگر چسبی بین مایع و جامد بر نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع رخ می‌دهد و به‌صورت **مایع، جامد را خیس می‌کند** (دگر چسبی بیشتر از هم‌چسبی است) یا **مایع، جامد را تر نمی‌کند** (هم‌چسبی بیشتر از دگر چسبی است)، بیان می‌شود.

### میدان مغناطیسی



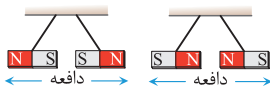
- در فضای اطراف آهنربا خاصیتی مغناطیسی وجود دارد که سبب جذب اجسام آهنی مانند میخ می‌شود.

### رفتار عقربه مغناطیسی در مجاورت آهنربا

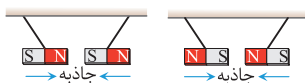


- با نزدیک کردن آهنربا به عقربه مغناطیسی، عقربه طوری قرار می‌گیرد که نوک آن (قطب N) در مجاورت قطب S آهنربا قرار گیرد.
- با دور کردن آهنربا، عقربه طوری جهت‌گیری می‌کند که قطب N آن در جهت تقریبی شمال جغرافیایی قرار گیرد.

### اثر قطب‌های آهنربا



- اثر قطب‌ها بر یکدیگر مشابه اثر بارهای الکتریکی بر هم است.

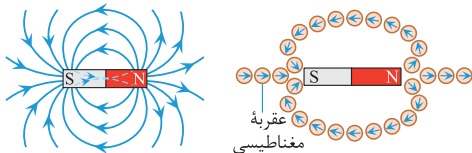


- قطب‌های همنام یکدیگر را دفع می‌کنند.
- قطب‌های ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند.

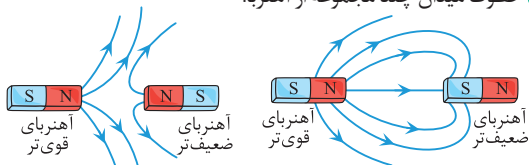
### خطوط میدان مغناطیسی در فضای اطراف آهنربا

- قطب N عقربه مغناطیسی قرار گرفته در فضای اطراف یک آهنربا جهت بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه را نشان می‌دهد.
- جهت خطوط میدان در خارج از آهنربا از N به S است.
- جهت خطوط میدان در داخل آهنربا از قطب S به N است.

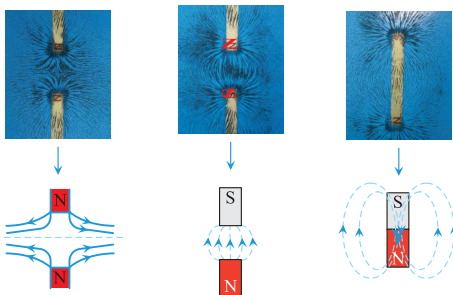
- خط‌های میدان مغناطیسی رسم‌شده به کمک عقربه‌های مغناطیسی، از آهنربا گذشته و هر کدام حلقه بسته را تشکیل می‌دهند.



- خط‌های میدان در نزدیکی قطب‌ها به هم نزدیک‌ترند.
- خطوط میدان چند مجموعه از آهنربا:



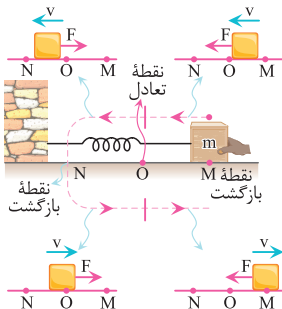
### طرح خط‌های میدان مغناطیسی با استفاده از براده آهن



- طرح کلی خطوط میدان مغناطیسی یک آهنربای میله‌ای را می‌توان به کمک براده‌های آهن تعیین کرد.

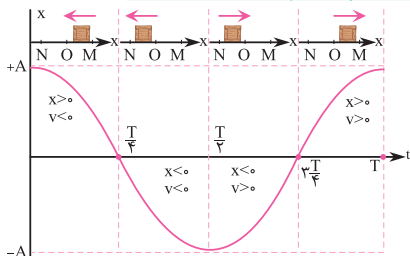
- سرعت در نقاط بازگشت صفر و در نقطه تعادل بیشینه است.
- نقطه‌های روی نمودار نشان می‌دهد، متحرک در بازه‌های زمانی مساوی، مسافت‌های متفاوتی را طی می‌کند (فاصله نقطه‌ها را بررسی کنید).

### حرکت هماهنگ ساده سامانه جرم و فنر



- جسم تا نقطه M کشیده شده و سپس رها شده و نوسان می‌کند.
- نیروی بازگرداننده (F) همواره به سمت مرکز نوسان است.
- در مسیر NO و MO، نوسانگر حرکت تندشونده دارد.
- در مسیر OM و ON، نوسانگر حرکتی کندشونده دارد.

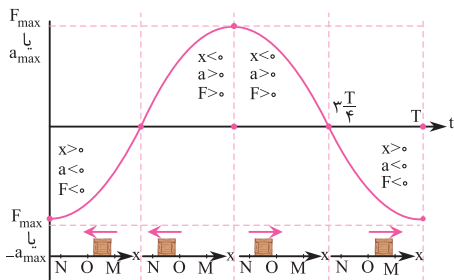
### نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده



- از معادله  $x = A \cos \omega t$  می‌توانیم نمودار حرکت هماهنگ ساده را مطابق شکل رسم کنیم.
- در حرکت متحرک به سمت مثبت محور X ها  $v > 0$  و در حرکت خلاف محور X ها  $v < 0$  است.

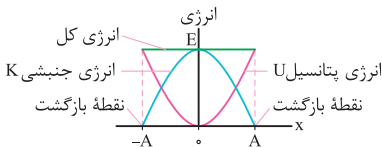


### نمودار شتاب (نیرو) - زمان هماهنگ ساده



- علامت مکان و شتاب متحرک همواره مخالف یکدیگر است.
- شتاب و نیروی وارد بر نوسانگر همواره در یک جهت هستند.
- در نقاط بازگشت، شتاب و نیرو بیشینه و در نقطه تعادل صفر هستند.

### نمودارهای انرژی نوسانگر هماهنگ ساده



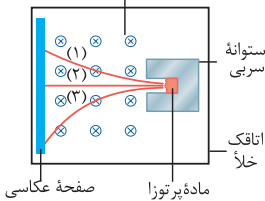
- با افزایش جابه‌جایی از نقطه تعادل، تندی کاهش و انرژی جنبشی سامانه کاهش می‌یابد.
- انرژی جنبشی در نقاط بازگشتی صفر و در نقطه تعادل بیشینه است.
- با افزایش جابه‌جایی از نقطه تعادل، انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد.
- انرژی پتانسیل در نقاط بازگشتی بیشینه و در نقطه تعادل صفر است.
- انرژی مکانیکی همواره پایسته است و همواره از  $U$  به  $K$  و بالعکس تبدیل می‌شود.

## آزمایش مشاهده سه نوع پرتوزایی طبیعی

• در این آزمایش، قطعه‌ای از ماده پرتوزا در یک استوانهٔ سربی قرار گرفته و در یک محفظهٔ خلأ قرار داده می‌شود و با برقراری میدان مغناطیسی یکنواخت، مسیر حرکت پرتوها (خطوط قرمز رنگ) را روی صفحهٔ عکاسی مشاهده می‌کنند.

• ذرهٔ (۲) در میدان منحرف نشده، پس بدون بار است (۰).

میدان مغناطیسی  
(عمود بر صفحهٔ کاغذ به طرف درون)



• مسیر حرکت ذرهٔ (۱)، مطابق قاعدهٔ دست چپ

تعیین می‌شود، پس ذره با بار منفی است ( $\beta^-$ ).

• مسیر حرکت ذرهٔ (۳)، مطابق قاعدهٔ دست راست است، پس ذره با بار مثبت دارد ( $\alpha$ ).

## واپاشی $\alpha$

• شکل، واپاشی  $\alpha$  برای اورانیوم  $^{238}_{92}\text{U}$  به‌طور طبیعی را نشان می‌دهد.  
• هستهٔ مادر ناپایدار (اورانیوم  $^{238}_{92}\text{U}$ )، ذرهٔ  $\alpha$  ( $^4_2\text{He}$ ) گسیل می‌کند و هستهٔ دختر که هستهٔ متفاوتی است (توریوم) به‌وجود می‌آید.

• ذرهٔ  $\alpha$  کوتاه‌برد سنگین و ذرهٔ آلفا هستهٔ دختر هستهٔ مادر دارای بار مثبت است.



$^{238}_{92}\text{U}$   
اورانیوم

$^{234}_{90}\text{Th}$   
توریوم

$^4_2\text{He}$   
هستهٔ هلیم